

2. 1 親 魚 養 成 と 卵 質

東京海洋大学海洋科学部
佐藤 秀一・竹内 俊郎

魚類の種苗生産において、親魚の養成と卵質は極めて重要である。すなわち、親魚を養成するための親魚飼料が卵質に大きく影響を及ぼしていることが多くの研究から報告されている。従って、親魚飼料の改善は卵や精子の質の向上ばかりでなく、種苗の向上に欠くことができない。栄養素のバランスがくずれると、脳下垂体から分泌する生殖腺ホルモンに影響するばかりでなく、卵形成における生化学的物質の制御などにより抱卵数の減少を招く。また、必須栄養素は生殖腺の発達、抱卵数、受精率および正常な胚発生にも影響する。この20年余り、親魚飼料中の栄養素の違いによるこれら因子に焦点が当てられてきた。ここでは、それらの知見と最近の動向について若干の知見を述べる。

親魚飼料における脂質と脂肪酸組成を調べることは産卵とふ化後の生残率向上を図る上での重要な因子となっている。産卵、卵質に及ぼす脂質（脂肪酸）の影響について、表1に示す。特に、n-3 高度不飽和酸(n-3HUFA)は親魚の成熟に影響するとともに、産卵数やふ化率の向上に有効である。しかし、過剰の n-3HUFA 含量の飼料を与えると、卵に高濃度に蓄積し、負の結果をもたらす。また、ニジマスや seabass において、飼料中の必須脂肪酸(EFA)の量は精子の脂肪酸組成に影響するばかりでなく精子の運動性や受精率にも影響する。エイコサペンタエン酸(EPA)やアラキドン酸(AA)はプロスタグランジンなどのエイコサノイドの前駆体であり、細胞伝達機能を含み、受精率に影響する。例えば、メスのキンギョにおいて、プロスタグランジンは雄の性行動を刺激し、オスとメスの産卵を同調させ、その結果、受精率の向上に直接関与することが知られている。

表1. 親魚飼料：脂質（脂肪酸）

魚種	栄養素	著者
ニジマス	PUFA 飼料:ピテロゲニンのレベル	Fremont <i>et al.</i> 1984
ニジマス	EFA 欠乏: 生殖能力	Watanabe <i>et al.</i> 1984
ギンザケ	脂質源: 卵の脂肪酸, 生殖能力	Hardy <i>et al.</i> 1990
マダイ	オキアミの脂質:卵質	Watanabe <i>et al.</i> 1991
ニジマス	脂質源, 温度:生殖	Corraze <i>et al.</i> 1993
ニジマス	脂質源: 精子脂肪酸	Labbe <i>et al.</i> 1993
ゴマアイゴ	脂質源:産卵数, 仔魚の健苗性	Duray <i>et al.</i> 1994
ヨーロッパ スズキ	脂質源:生殖能力, 卵脂肪酸	Bell <i>et al.</i> 1997
ヨーロッパ スズキ	脂質/季節変動: 卵質	Navas <i>et al.</i> 1997
ヨーロッパ ヘダイ	n-3HUFA 欠乏:卵質	Rodriguez <i>et al.</i> 1997
ヨーロッパ スズキ	脂肪酸の n-3/n-6: 生殖能力.	Bruce <i>et al.</i> 1997
ヨーロッパ ヘダイ	飼料の脂肪酸: 卵質, 脂肪酸	Almansa <i>et al.</i> 1999
ヒラメ	n-3 HUFA: 卵質, 仔魚の健苗性	Furuita <i>et al.</i> 2000
ニジマス	n-3 HUFA: 卵/ 精子の性能	V-Agius <i>et al.</i> 2001

親魚飼料へ添加した抗酸化剤の卵質に及ぼす影響について、表2に示す。抗酸化効果が知られているカロテノイドやビタミンCおよびEと親魚との関係も研究されている。これらの親魚飼料中の含量の増加により、産卵が改善される。これはおそらく高等脊椎動物で観察されているステロイドホルモン生合成における活性酸素の形成にかかわっているものと推察される。ビタミンCとEは精子細胞の防御や、受精に際しての脂質の自動酸化のリスクを減少させ、結果として精子の運動性を向上させる。これらのビタミンは活性酸素のスキャベンジャーとして機能することから、卵膜を維持し保護する。ビタミンEを増加させると、マダイやヘダイでは産卵数が改善され、turbot や大西洋サケでは正常稚魚数の増加をもたらす。逆にビタミンE欠乏にすると、生殖腺未成熟の原因となり、ふ化率やふ化後生残率の低下を招く。ビタミンCはサケ科魚類において重要な役割を持ち、親魚における要求量は稚魚期のそれを上回る。タラの卵巣中のビタミンC含量の増加はふ化率に影響しないが、ニジマスの場合には卵質の向上に影響する。親魚飼料中のビタミンCの増加により、精子中の同含量も増加するが、精液の質的向上に影響するかどうかは明らかではない。アスタキサンチンもまた、魚類の胚発生や仔魚に対してこれまで重要であるとの報告が多い。生残率はもとより、卵の色素や受精率の向上に有効であるとの報告がある一方、効果がないとする報告もある。そのような中、マダイについては精製されたアスタキサンチンを飼料に入れた結果、浮上卵率、ふ化率さらには正常稚魚数の増加などが顕著に認められている。少なくとも卵の色が天然魚で赤い種類については効果が期待される。

表2. 親魚飼料:抗酸化物質

魚種	栄養素	著者
ニジマス	ビタミン C: 生殖能力	Sandnes <i>et al.</i> 1984
タラ	ビタミン C: 胚の成長, 生残	M-Jensen <i>et al.</i> 1993
ターボット	ビタミン E: 生殖能力	Hemre <i>et al.</i> 1994
ヨーロッパ ヘダイ	ビタミン E/n-3HUFA: 卵質	F-Palacio <i>et al.</i> 1995
ニジマス	ビタミン C/季節変動, 精子の性能	Ciereszco, Dabrowski. 1995
ニジマス	ビタミン C レベル: 生殖能力	Blom, Dabrowski 1995
ブリ	アスタキサンチン: 卵質	Verkumpiriya <i>et al.</i> 1997
シマアジ	アスタキサンチン: 産卵数, 卵質	Vassallo-Agius <i>et al.</i> 2001

また、その他の栄養素、給餌方法および飼料原料による影響を表3に示す。配合飼料中の原料については、イカミールやオキアミミールなどが親魚飼料に有効である。特に、イカミールがマダイやヘダイに対して効果がある原因としてタンパク質の消化率が高いことが上げられる。図に種々の原料を用いて飼育した親魚から得られた正常ふ化仔魚率を示す。オキアミミールや適度の n-3HUFA 含有飼料で飼育したブリやヒラメで 80%を上回る優れた仔魚率が得られている。魚粉に比較して生のオキアミが有効であるが、その原因としては極性および非極性脂質に含まれるホスファチジルコリンやアスタキサンチンが関与しているといわれる。

表3. 親魚飼料: 給餌方法, 飼料原料, その他の栄養素

魚種		著者
ヨーロッパ スズキ	給餌率: エストロゲン, ビテロゲニン産生能	Cerda et al. 1994
大西洋サケ	給餌方法/温度/成熟率	Berglund 1995
アユ	トリプトファン: 成熟率	Akiyama et al. 1996
Species		
ニジマス	魚粉, 低タンパク高カロリー飼料: 卵質	Takeuchi et al. 1981
シマアジ	成熟率, 産卵数	Harada et al. 1984
マダイ	イカミール/オキアミミール: 卵質 タンパク質レベル: 卵の化学組成	Watanabe et al. 1984, 1985, 1991
ニジマス	飼料: 生殖能力, 卵質	Springate et al. 1985
ニジマス	給餌率: 卵の化学組成	Knox et al. 1988
ヨーロッパ ヘダイ	飼料: 卵の脂質組成, 脂肪酸組成	Mourente et al. 1990
ヨーロッパ ヘダイ	栄養素: 卵の化学組成および卵質	Harel et al. 1994
ヨーロッパ スズキ	飼料: 生殖能力, 卵質	Cerda et al. 1994
ブリ	固形飼料: 産卵数, 卵質 オキアミミール: 産卵数, 卵質	Verakunpiriya et al. 1996, 1997
ヨーロッパ ヘダイ	イカミール/魚粉: 卵質	F-Palacios et al. 1997
シマアジ	固形飼料: 卵と仔魚の化学成分 スピルリナ/イカミール: 卵質	Vassallo-Agius et al. 1998 Vassallo-Agius et al. 1998, 2001
ブリ	パブリカ/イカミール 産卵数, 卵質	Vassallo-Agius et al. 2001

このように、親魚に給餌する飼料により、種々の影響および効果のあることが報告されている。これからは、全ての養殖において、天然種苗に頼らない養殖業が営まれるように、研究する必要があると思われる。

親魚飼料の研究はこれまで最も遅れている分野である。その原因としては、種々の飼料による飼育が可能な十分な数の屋内あるいは屋外の水槽が必要なこと、ストレスをかけない規模の大きさの水槽が必要なこと、飼育施設の維持や飼育にコストがかかること、など設備面で十分でないことがあげられる。このように親魚飼料の研究を行うためにはまず施設面の充実が急務である。さらに、成熟過程において、いかにストレスをかけずに親魚から成熟の情報を引き出すか、その方法の開発も重要である。栄養面からは、必須脂肪酸、酸化防止に関与する栄養素、リンなどの一部のミネラル、トリプトファンなどの一部のアミノ酸の断片的な検討しかなく、なされていない。多くの場合、各栄養素の適正レベルなども明確ではない。これらのことから、成熟過程におけるホルモンの動態から、産卵制御、卵発生およびふ化後の活力の把握まで総合的な研究体制の構築も必要であろう。

魚粉供給が最近特に逼迫している状況にあるので、将来を見据えた低魚粉飼料における親魚飼料の開発も必要であろう。